PROPOSTA METODOLÓGICA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL UTILIZANDO SIG: APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO - SP

Marta Felícia Marujo FERREIRA[1]
Leonardo RIOS[2]

RESUMO

O presente trabalho têm como objetivo propor uma metodologia para elaboração de zoneamento ambiental, utilizando como estudo de caso o município de São Pedro (SP). Essa metodologia constitui na análise integrada dos atributos ambientais permitindo delinear unidades de terras com certas características e aptidões. Estas unidades foram geradas a partir da sobreposição de mapas temáticos (declividades, solos, uso e ocupação do solo e áreas de preservação permanentes) resultando no Mapa de Unidades Ambientais, para fins de uso e conservação ambiental. A metodologia usada baseou-se nas técnicas de análise espacial comparando mapas através da sobreposição, utilizando sistema de informação geográfica (SIG). Foram gerados mapas de fragilidade de solos e de relevo através de reclassificação, que combinados por álgebra Booleana gerou um mapa de fragilidade do terreno. Posteriormente, as informações do mapa de fragilidade do terreno foram sobrepostas ao mapa de uso do solo e áreas de preservação permanentes resultando no zoneamento ambiental. Previsto na Lei de Política Nacional de Meio Ambiente o zoneamento ambiental ainda não foi efetivado no território brasileiro. As dificuldades de efetuar um trabalho que envolva fatores ambientais, econômicos e sociais e a falta de metodologias adequadas, vêm fazendo com que este importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente seja postergado. O zoneamento deve servir para identificação de áreas críticas para ações de monitoramento e vigilância, racionalizando assim o uso do solo. O mapa de zoneamento ambiental desenvolvido no município de São Pedro apresenta cinco tipos de categorias: Zona de Preservação Permanente - ZPP; Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido - ZUAP; Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo - ZUAR; Zona de Recuperação com Alta Fragilidade – ZRAF - I; e Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade – ZRAF - II.

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental surge a partir das relações sociais, econômicas, políticas, entre outras, interferindo diretamente no espaço geográfico. As atividades humanas promovem uma crise ecológica gerando escassez da água, desmatamentos, crescimento acelerado das grandes concentrações urbanas, degradação dos solos, desertificação, constituindo em grandes desafios para os próximos séculos.

A causa fundamental é expressa pelo modelo de desenvolvimento baseado no crescimento econômico, que tem como objetivo incrementar maior capacidade das tecnologias modernas de exploração e de uso dos recursos naturais. A emergência da questão ambiental trouxe à tona várias problemáticas novas, sendo uma delas a que tange à esfera do planejamento e da gestão do meio ambiente.

[1] Faculdades SENAC, Pq. Dr. Otavio de Moura Andrade S/N Águas de São Pedro – SP, Brasil, E-mail: martafelicia@uol.com.br.
[2] Escola de Engenharia de Piracicaba, Av. Monsenhor Martinho Salgot, Piracicaba – SP, Brasil, E-mail: leorios@terra.com.br

Pasquis (1998) ressalta que a degradação ambiental delineia-se como um problema de ordenamento do território, entendido segundo De Mello (1997) como a expressão espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica inscrevendo-se no universo dos territórios. A expressão *ordenação do território* impõe a necessidade de racionalizar a utilização dos recursos naturais mediante o levantamento da distribuição da população e de suas atividades. Dessa forma, o Estado objetiva harmonizar o desenvolvimento econômico com a ocupação do território.

Segundo Almeida e Guerra, (2001), o disposto no Decreto Federal 99.540, de 21/09/90, diz que o *Zoneamento Ecológico Econômico* (ZEE) "é um instrumento teórico indispensável à ordenação do território integrando medidas de proteção do meio ambiente no conjunto de atividades sócio-econômicas". Todavia, Almeida e Guerra (*op. cit.*) argumentam que os termos *ecológico/econômico* sugerem uma apropriação do território pela via econômica, e que o interesse social com a proteção do meio ambiente é que deve justificar o uso racional dos recursos.

Para De Mello (*op. cit.*) a gestão ambiental integrada pressupõe a adoção do *Zoneamento Ecológico-Econômico*. Este zoneamento deve servir para identificação de áreas críticas para ações de monitoramento e vigilância, racionalizando assim o uso do solo. O Zoneamento Ecológico-Econômico define unidades territoriais básicas de informação que são entidades geográficas contendo atributos ambientais que permitem diferenciá-las de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possuem vínculos dinâmicos que as articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais.

Segundo Pasquis (1998), o zoneamento pressupõe a definição de áreas e a sua representação em mapas. Para isto, é necessário a divisão do espaço segundo a identificação de "tipos", que produz mapas temáticos, como solos, vegetação, geologia, entre outros. A tomada de decisões faz-se através da sobreposição temática segundo métodos disponíveis para *sistemas de informação geográfica* (SIG). Esta sobreposição põe em evidência fenômenos visuais de degradação do meio, baseados em processos dinâmicos de estabilidade ou instabilidade do meio, de rupturas de equilíbrio.

Em SIG, o objetivo central é a tomada de decisões, com ele uma série de análises podem ser elaboradas como: definição de áreas adequadas para o avanço das redes de infra-estrutura urbana (água, esgoto, iluminação,...), otimização do transporte coletivo, definição de locais potenciais para instalação de hospitais, escolas, indústrias, avaliação da tendência de crescimento dos bairros e até mesmo controle de epidemias, entre outras. Tem-se, assim, de acordo com Calijuri e Rohm (1993), um sistema de gerenciamento de banco de dados, acoplado à facilidade de mapeamento temático.

O município de São Pedro vem sofrendo problemas provenientes do uso inadequado do solo em meio físico com alta suscetibilidade à erosão, aliados à quase total devastação da mata originalmente situada na Serra de São Pedro e também do cerrado, característico das áreas menos elevadas. Além desses parâmetros físicos do meio natural, admitem-se também os elementos sociais como pertinentes à problemática. Tal quadro de interferência humana tem sido responsável pelo assoreamento dos rios e diferentes formas de erosão dos solos.

Embora com economia centrada basicamente na agricultura, predominando atividades agro-pastoris e agro-industriais, o município possui, no entanto destacada diversidade ambiental associada aos ecossistemas locais, cujas características têm contribuído para a expansão das atividades ligadas ao ecoturismo e ao turismo rural.

Situado na região sudeste do Brasil, São Pedro está no setor centro-leste do Estado de São Paulo entre as coordenadas aproximadas 22º 41' e 22º 26' latitude sul e 48º 05' e 47º 47' longitude oeste. Localizado a 184 km da capital do estado, a área situa-se nos relevos de transição entre a Depressão Periférica Paulista e as Cuestas Basálticas (ALMEIDA, 1964) (figura 1).

Todo este processo contribui para a urgência de medidas que visem à proteção da área. A elaboração de um zoneamento ambiental, definindo unidades ambientais para fins de uso e conservação ambiental, constitui a base para o planejamento estratégico do uso do espaço geográfico, de qualquer grandeza, complexidade e localização.

O presente trabalho tem como objetivo propor um zoneamento ambiental do município de São Pedro (SP), que se constitui numa análise integrada dos atributos ambientais permitindo delinear unidades de terras com certas características e aptidões. Estas unidades foram geradas a partir da sobreposição de mapas temáticos (declividades, solos, uso e ocupação do solo e áreas de preservação permanentes) gerando um Mapa de Unidades Ambientais, para fins de uso e conservação ambiental.

Figura 1. Mapa do Brasil destacando o estado de São Paulo e a localização do município de São Pedro.

METODOLOGIA

O roteiro de investigação proposto neste trabalho foi estruturado em quatro níveis. A seqüência metodológica adotada ao longo deste estudo aparece sintetizada no roteiro de investigação (fig. 2).

Fase 1 - Levantamento – corresponde à fase inicial da pesquisa, com a coleta de dados e sua respectiva compilação.

Fase 2 - Digitalização – ordenação das variáveis selecionadas, primeiros ensaios para correlações parciais e caracterização do fenômeno geográfico

Fase 3 - Reclassificação – corresponde a análise, síntese e diagnóstico

Fase 4 - Síntese – síntese de um modelo que é conseqüência da seleção e correlação das variáveis estudadas. Este modelo apresenta a possibilidade de ser aplicado a outras áreas.

A base cartográfica foi obtida do projeto Piracena composto por dados de topografia, hidrografia, rodovias e limites municipais; digitalizados a partir dos mapas do IBGE na escala de 1:50.000 das cartas de Itirapina, São Pedro, Brotas e Santa Maria da Serra.

A digitalização dos mapas temáticos foi realizada através do programa CARTALINX e exportação para o programa IDRISI 32, a fim de gerenciar as informações e subsidiar a elaboração do zoneamento ambiental. Em seguida, os mapas geológico e pedológico foram escaneados e posteriormente vetorizados em tela.

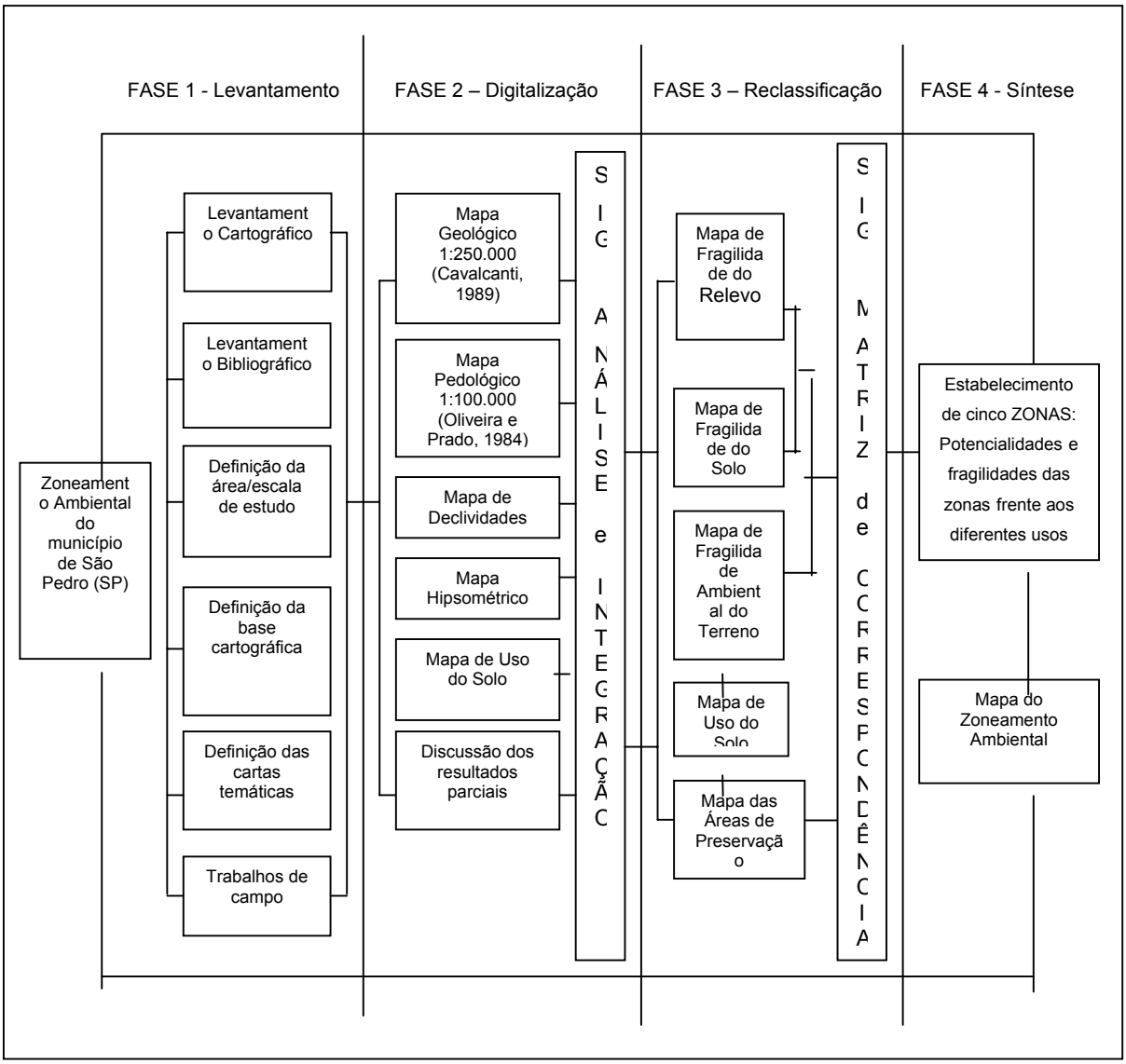

Figura 2. Sequência metodológica adotada no estudo.

Por meio do mapa topográfico, foi elaborado um modelo digital do terreno o qual, deu origem ao mapa de declividades, reclassificado nos intervalos de classes apresentados na Tabela 1. A escolha dos limites dos intervalos foi fundamentada em estudos de limitação da capacidade de uso do solo, em relação a processos erosivos e riscos de escorregamentos (Ross, 1996).

Os critérios utilizados para a reclassificação das unidades pedológicas, foram definidos primeiramente por Bertoni e Lombardi Neto (1985) e, posteriormente modificados por Ross (1996). Este autor estabeleceu as classes de fragilidade ou de erodibilidade dos solos agrupados na Tabela 2.

Com as imagens de satélite foi elaborado o mapa de uso e ocupação do solo através de classificação digital supervisionada, utilizando-se os módulos Image Processing e Hard Classifiers, adotando-se o algoritmo da mínima distância (MINDIST) para gerar o mapa de uso e ocupação do solo.

Com os dados de hidrografia foram gerados mapas de áreas de proteção permanentes de acordo com o estabelecido no código florestal brasileiro.

A análise de fragilidade pressupõe o estudo básico do relevo, da litologia e estrutura, do solo e do uso e ocupação do solo. Os estudos passam pelos trabalhos de escritório e de campo, a partir dos quais geram-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia e uso do solo/vegetação.

Mapa de Fragilidade do Relevo

Utilizando-se o modelo digital de terreno gerado a partir da carta topográfica digital, com eqüidistância de 20 metros, foi gerada uma carta de declividades aplicando-se o módulo Surface Analysis. Esta carta foi reclassificada em 5 classes, às quais foram atribuídos pesos relativos, segundo metodologia de Ross (1996). A tabela 1 indica os intervalos, seus pesos e o respectivo grau de fragilidade do relevo.

Tabela 1. Classes de Declividades e respectivos pesos para classificação.

Grau de Fragilidade	Classes	Peso
Muito baixa	0 – 2% e 2 – 5%	1
Baixa	5 – 10%	2
Média	10 – 20%	3
Alta	20 – 35%	4
Muito Alta	> 35	5

Mapa de Fragilidade dos Solos

As categorias do mapa de solos foram reclassificadas segundo o grau de fragilidade associado à erosão, adotando-se também metodologia de Ross (1996). A tabela 2 mostra os tipos de solos, os graus de fragilidade e os pesos relativos.

Tabela 2. Graus de fragilidades, tipos de solos e respectivos pesos para classificação.

Grau de Fragilidade	Classes	Peso
Muito baixa	Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Escuro	1
Baixa	Latossolo Vermelho-Amarelo	2
Média	Terra Roxa Estruturada	3
Alta	Cambissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo	4
Muito Alta	Areias Quartzosas, Litossolos e Hidromórficos	5

Mapa de Fragilidade do Terreno

O mapa de fragilidade do terreno foi obtido a partir da combinação dos mapas de fragilidade do solo e do relevo, utilizando-se os módulos de *Overlay* e *Crosstab.* Como referência para a definição das classes do mapa de fragilidade do terreno, foi elaborada uma matriz de correspondência entre categorias dos mapas de fragilidade dos solos e do relevo (Tabela 3). Esta matriz contém todas as classes possíveis de serem obtidas a partir da combinação entre os mapas citados.

Tabela 3. Correlação entre mapas de fragilidades do relevo e dos solos e seus respectivos pesos.

Fragilidade do Relevo	Fragilidade dos Solos						
	Graus de Fragilidade		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
		Pesos	1	2	3	4	5
	Muito Baixo	1	11	12	13	14	15
	Baixo	2	21	22	23	24	25
	Médio	3	31	32	33	34	35
	Alto	4	41	42	43	44	45
	Muito Alto	5	51	52	53	54	55

No sentido de reduzir o número das categorias possíveis geradas para o Mapa de Fragilidade do Terreno (25 categorias), estas foram reclassificadas em cinco graus de fragilidade, utilizando-se a seguinte convenção:

11 a 15 – Muito Baixa

21 a 25 – Baixa

31 a 35 – Média

41 a 45 – Alta

51 a 55 – Muito Alta

Mapa do Zoneamento Ambiental do Município de São Pedro

O mapa de fragilidade do terreno, classificado segundo os graus acima citados, foi combinado ao mapa de uso do solo utilizando-se também o módulo *Crosstab.* A tabela 4 mostra as associações esperadas entre categorias dos dois mapas, e para as quais foram destinados riscos, aptidões, limitações em relação ao uso do solo, caracterizando 5 zonas ambientais.

Tabela 4. Unidades do zoneamento ambiental do município de São Pedro, definidas a partir da associação os graus de fragilidade do terreno e o uso do solo.

	Uso do Solo					
	Graus de Fragilidade	Mata	Reflorestamento	Pastagem	Cana de Açúcar	Área Urbana
Fragilidade do Terreno	Muito Baixo 11-15	Zona de Preservação Permanente	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido
	Baixo 21-25	Zona de Preservação Permanente	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido
	Médio 31-35	Zona de Preservação Permanente	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo	Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo
	Alto 41-45	Zona de Preservação Permanente	Zona de Recuperação com Alta Fragilidade	Zona de Recuperação com Alta Fragilidade	Zona de Recuperação com Alta Fragilidade	Zona de Recuperação com Alta Fragilidade
	Muito Alto 51-55	Zona de Preservação Permanente	Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade	Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade	Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade	Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade

RESULTADOS

Na figura 3 apresenta a composição de cartas topográficas que recobrem o município. São Pedro apresenta altitudes que variam de 440m próximo ao rio Piracicaba a 1060m no ponto mais alto da serra de São Pedro com amplitude de 620 metros, numa distância de aproximadamente 24.847 metros.

A partir desta carta foi possível a geração da carta hipsométrica (fig. 4), que por sua vez gerou o mapa de declividade (fig. 5). Os dados de declividade revelam que em grande parte da área os declives variam entre 0 a 10% (62% da área) demonstrando áreas propícias à agricultura necessitando, porém, de práticas de controle de erosão. Inclinações superiores a 30% são encontradas em pequenas áreas próximas a Serra de São Pedro (10% da área), na ruptura da borda se configurando no perfil reto-convexo-côncavo.

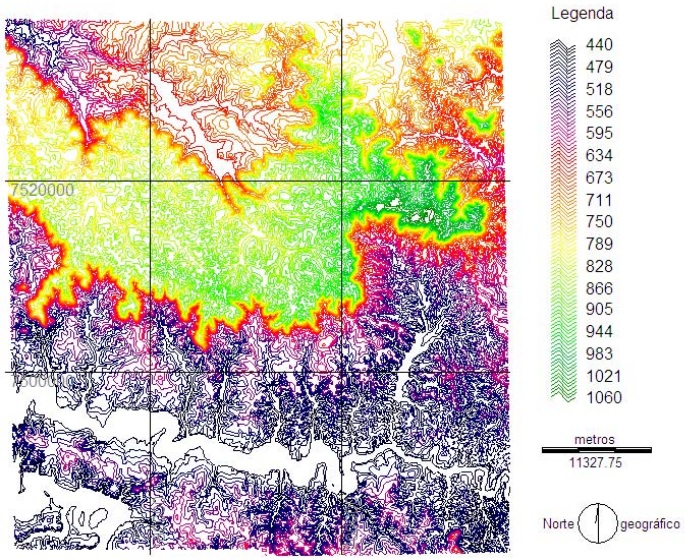

Figura 3. Carta topográfica do município de São Pedro (SP).

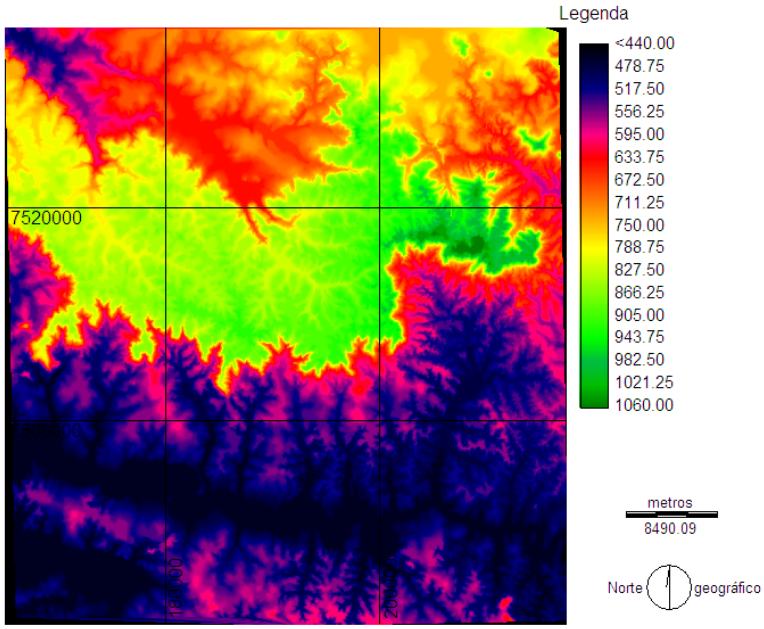

Figura 4. Carta hipsométrica da região que envolve o município de São Pedro (SP).

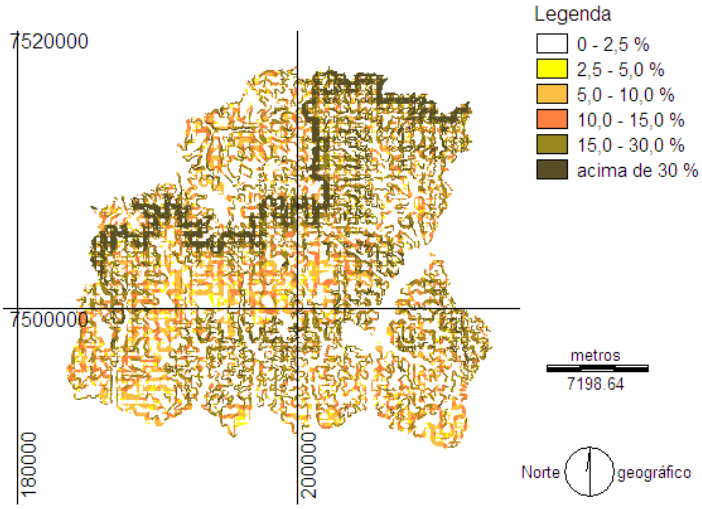

Figura 5. Mapa de declividade do município de São Pedro (SP).

A reclassificação do mapa de declividade de acodo com a tabela 1 permitiu a elaboração do mapa de fragilidade do relevo (fig. 6).

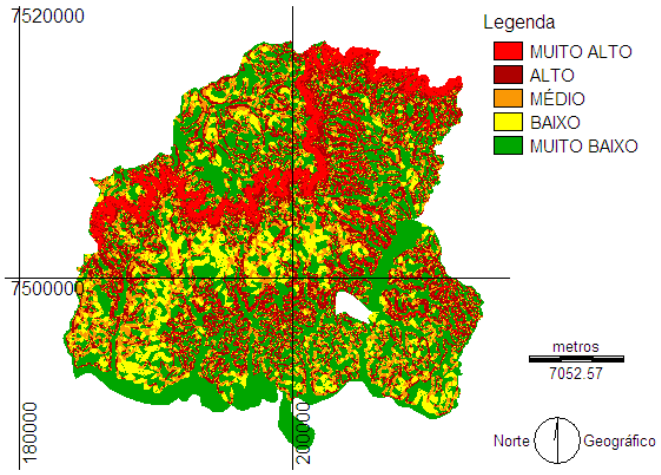

Figura 6. Mapa de fragilidade do relevo do município de São Pedro (SP).

Segundo Palmieri & Larach (1998) os solos encontrados são do tipo Latossolo vermelho-amarelo, altamente intemperizados, profundos, desenvolvidos a partir dos arenitos Botucatu, com fração argila de baixa atividade; Podzólico vermelho amarelo, com diferenciação textural entre os horizontes A e B, suscetíveis à erosão e restritos a mecanização; Litólicos, solos rasos, pouco desenvolvidos, em geral com horizonte A diretamente sobre substrato rochoso (A/R), muito suscetíveis a erosão, não adequada a agricultura e solos Hidromórficos, que apresentam lençol freático próximo à superfície sazonalmente, com horizonte A superficial de cor preta, teores de matéria orgânica elevados. Esses solos situam-se em planícies fluviais ou fluviolacustres, com vegetação natural de florestas e/ou campos de várzeas com espécies tolerantes a excesso de água (fig. 7).

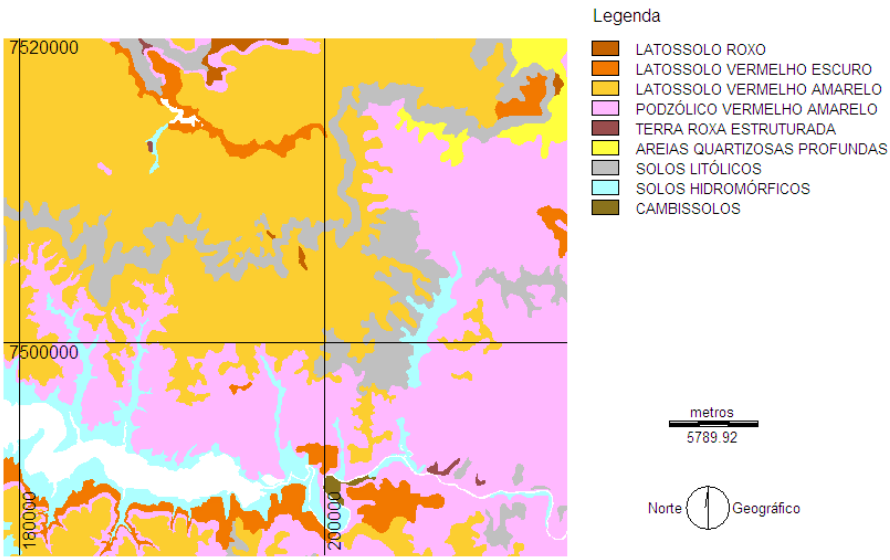

Figura 7. Carta de solos do município de São Pedro (SP).

Apesar do solo ter características bastante frágeis, não houve a preocupação de preservar essas áreas com cobertura vegetal natural. Como conseqüência, a região apresenta várias áreas com erosão linear como ravinamentos profundos chegando a se constituir em voçorocas com 20 metros de profundidade como a encontrada no bairro São Dimas, comprometendo a segurança de diversas residências. Apesar das bordas da Serra de São Pedro serem protegidas por lei (Código Florestal Brasileiro) e não ser permitido a ocupação do entorno a 100 metros da borda, essa legislação não é respeitada, e são construídos condomínios, ruas, utilizados para pasto, cultura de cana de açúcar, bem próximos à borda, afetando a estabilidade das encostas. Nos períodos de chuvas torrenciais (no verão de dezembro a fevereiro) ocorrem deslizamentos das encostas em várias áreas, provocando queda da pista de acesso à cidade, comprometendo as atividades turísticas, ameaçando às propriedades situadas em altitudes inferiores a serra.

Embora na região, os solos apresentem características bem distintas, predominam aqueles de baixa fertilidade. Com a carta de solos digitalizada, a mesma foi reclassificada conforme pesos da tabela 2, originando o mapa de fragilidade do solo apresentado na figura 8.

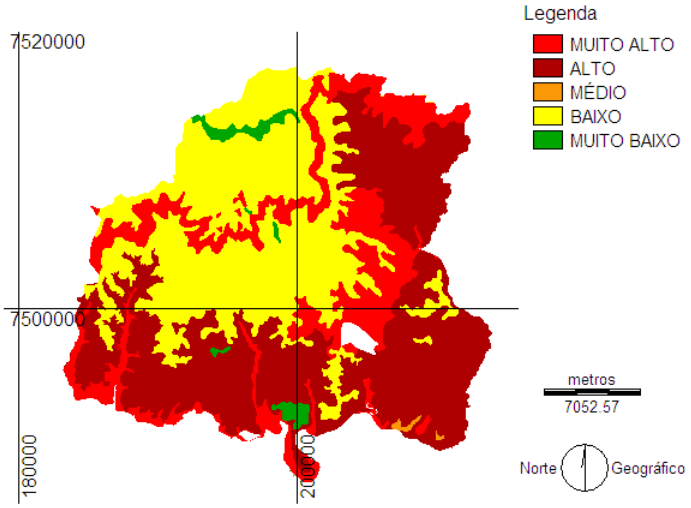

Figura 8. Mapa da fragilidade do solo do município de São Pedro (SP).

No cruzamento dos mapas de fragilidade do solo com fragilidade do relevo foi obitido o mapa de fragilidade do terreno (fig. 9). Observando o mapa de fragilidade do terreno é

possível visualizar a predominância das classes de alta e muito alta fragilidade (37 e 35% respectivamente). As escarpas da Serra de São Pedro destacam-se pela alta fragilidade, apresentando acelerado processo de dissecação fornecendo alta carga de sedimentos para o assoreamento dos rios. A topografia desfavorável à retenção das águas e afloramento do lençol promove a formação de erosão linear originando enxurradas com alta carga de sedimentos e movimentos de massa do tipo deslizamentos de terra e queda de blocos.

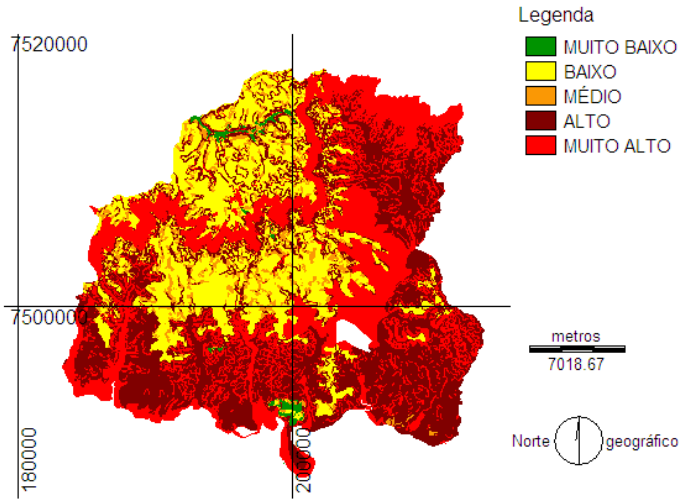

Figura 9. Mapa da fragilidade do terreno do município de São Pedro (SP).

A bacia do rio Araquá (na região leste do município) e a região próxima ao rio Piracicaba (ao sul) na confluência com seus tributários também revelam áreas de alta a muito alta fragilidade. Nestas áreas encontra-se um conjunto de fatores que associados, promovem o processo erosivo e o desgaste dos solos: encostas desprovidas de cobertura vegetal com inclinações em torno de 10 a 15% e pontualmente declives de 15 a 30% associadas a solos podzólicos vermelho-amarelo com pouca fração de argila e grande quantidade de areia predominando o uso de pastos e grandes fragmentos de cana de açúcar. Nas áreas mais planas, próximas a confluência das bacias com o rio Piracicaba, aparecem solos hidromórficos considerados muito frágeis à ocupação com riscos de inundação e má drenagem.

O mapa de uso e ocupação do solo gerado através da imagem de satélite LANDSAT TM 7+ do ano de 2000 (fig. 10), demonstra que o município de São Pedro apresentou como maior utilização do solo áreas de pasto correspondendo a 47% (28.319 *ha*) do seu território, seguido por cana de açúcar com 30% (18.362 *ha*) e mata (19%, 11.455 *ha*). Culturas anuais foi o tipo de ocupação com menor valor (0,24%, 142 *ha*).

A cobertura vegetal sofreu grandes modificações no uso especialmente em relação à vegetação natural. Atualmente áreas de mata apresentam-se em forma de fragmentos associada ao relevo de cuestas. Este relevo caracteriza-se pela presença de um *front* escarpado predominando altas declividades que variam de 15 a 30% e superiores a 30%, indicando restrições à agricultura e pecuária. Poucos remanescentes de matas ciliares e reservas florestais são encontrados no restante da área municipal (fig. 10).

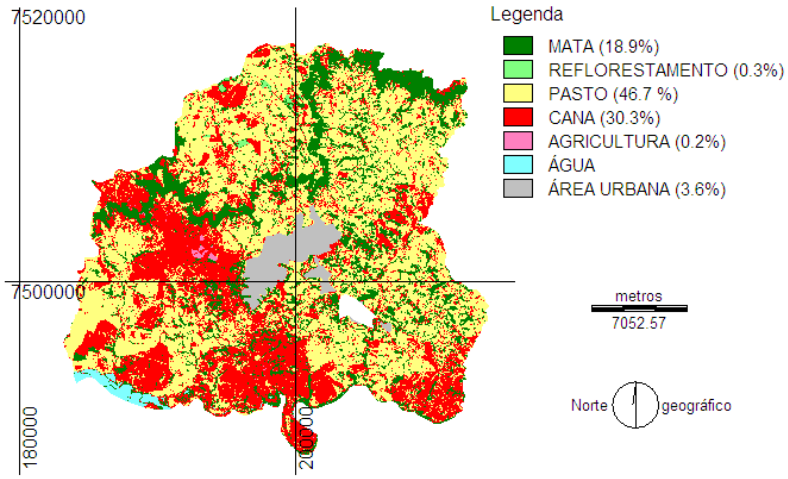

Figura 10. Uso e ocupação do solo no município de São Pedro (SP) e respectivas porcentagens de cobertura em relação à área do município.

Para a delimitação do zoneamento ambiental do município de São Pedro foram analisados diversos mapas (fragilidade dos solos, fragilidade do relevo, fragilidade ambiental do terreno, além do mapa de uso e ocupação e mapa das áreas de proteção permanentes – APP's). O Zoneamento Ambiental do município obedeceu aos níveis de instabilidade ambiental e potencial do relevo e solo em receber diferentes usos da terra, indicando a classificação de cinco zonas (fig. 11).

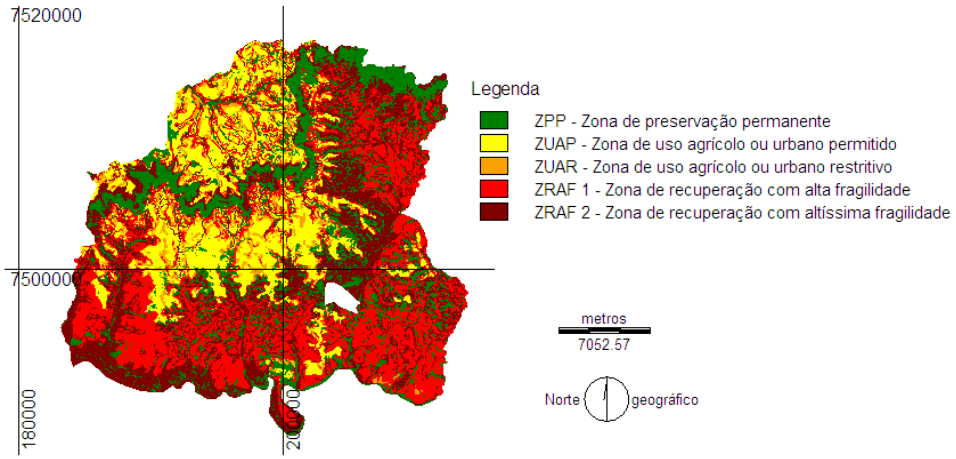

Figura 11. Mapa do zoneamento ambiental do município de São Pedro (SP) e suas respectivas zonas.

As zonas pré-determinadas foram as seguintes:

1. Zona de Preservação Permanente - ZPP – corresponde às áreas de matas, incluindo mata ciliar que envolve os cursos d'água, áreas de encostas. Para esta zona, é restritiva a ocupação para quaisquer categorias de fragilidade nas quais ocorram mata, visto que segundo o código florestal brasileiro as áreas de preservação permanentes não podem ser ocupadas. O mesmo código determina que os municípios e as propriedades particulares tenham pelo menos 20% da cobertura do solo com matas nativas descontando as áreas de preservação permanentes citadas acima. O município de São Pedro apresenta no total, contando tanto áreas de preservação permanentes quanto outras áreas florestadas, 19% do território. Se forem descontadas as APP's, esse porcentual cai para 15%. Dessa forma, fica evidente a necessidade de se preservar as áreas ainda florestadas e a necessidade de recuperar mais áreas para que o índice de cobertura vegetal do município seja atingido;

2. Zona de Uso Agrícola ou Urbano Permitido - ZUAP – corresponde a um grau de fragilidade baixa, adequada a qualquer tipo de uso do solo rural (cana de açúcar, pastagem, reflorestamento, etc.) e adensamento urbano em áreas que não tenham matas. Essas áreas são as mais propícias ao desenvolvimento das atividades antrópicas no município, devendo-se levar em consideração a escala que foi elaborado o estudo. Por isso, para atividades altamente impactantes como implantação de indústrias, aterros sanitários e industriais, estações de tratamento de esgoto, loteamentos com alta densidade populacional, desenvolvimento de atividades agro-pastoris intensivas, dentre outras, deverá ser realizado estudo mais detalhado para verificar se essas áreas são realmente as melhores para esses empreendimentos;

3. Zona de Uso Agrícola ou Urbano Restritivo - ZUAR – corresponde a um grau de fragilidade do terreno média adequada a atividades agro-pastoris extensivas como reflorestamento e pastagem, e uso urbano restrito com chácaras ou loteamentos com lotes grandes (acima de 1000m^2), que seja restringido a área construída e que apresentem traçados que levem em conta práticas de conservação do solo adequadas para evitar a aceleração da erosão do solo;

4. Zona de Recuperação com Alta Fragilidade - ZRAF1 – área adequada somente para silvicultura ou a recuperação de áreas florestadas, com manejo adequado do solo visto o alto grau de suscetibilidade à erosão;

5. Zona de Recuperação de Altíssima Fragilidade ZRAF2 – destinado somente à recuperação ambiental. Devido ao altíssimo risco de aparecimento de voçorocas, essas áreas deverão ser reflorestadas com espécies nativas visando a preservação ambiental da fauna e flora local, não sendo permitido o uso para exploração comercial a não ser com sementes e frutos num manejo sem maquinário e artesanal.

Na tabela 5 estão apresentados as zonas e as áreas ocupadas por cada classe em hectares e porcentagem.

Tabela 5. Áreas em hectares e porcentagens das respectivas zonas no município de São Pedro (SP).

Zonas	Área em hectares (ha)	Área em porcentagem (%)
ZPP - Zona de preservação permanente	11776.6	19
ZUAP - Zona de uso agrícola ou urbano permitido	10623.1	17
ZUAR - Zona de uso agrícola ou urbano restritivo	3655.2	6
ZRAF 1 - Zona de recuperação com alta fragilidade	17690.0	29
ZRAF 2 - Zona de recuperação com altíssima fragilidade	17543.7	29
Total	61288.7	100

O município de São Pedro apresentou grandes áreas nas zonas de alta e altíssima fragilidade (17690.0 *ha e* 17543.7 *ha,* respectivamente) representando 48% da área do município. A zona de preservação permanente apresentou uma área de 11776.6 ha ocupando 19% do território. Se forem somadas as áreas de preservação permanentes com as de alta e altíssima fragilidade, teremos 77% do território, restando apenas 23% ou seja, 14278.3 *ha* para expansão das atividades econômicas com maior impacto ambiental. Atualmente, essas atividades ocupam uma área de aproximadamente 81.1% do município, o que equivale a 49705.1 *ha*, demonstrando a necessidade de um plano de recuperação e desenvolvimento mais adequados às aptidões do município.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A N. – Zoneamento ecológico-econômico da Amazônia. **Questões de escola e método**. Brasília, CEPAL/IEPA, 1987.

BECKER, B. K. – **Geopolítica da Amazônia. A nova fronteira de recursos**. Rio de Janeiro, 1982.

BEROUTCHACHVILI, N. & BERTRAND, G. - Le géosysteme ou "systeme territorial natural**". Revue Geógraphique des Pyrenées et du Sud-Quest**. V. 49(2), 1978.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, Ceres, 1985

BLAIKIE, P**. Land degradation and Society.** UK, Methuem, 320pp., 1987.

BRASIL. Decreto Lei nº 99.540, de 21 de setembro de 1990. Institui a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional e da outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 128, nº 184, p. 18.325, 24 de setembro 1990. Seção 1, pt. 1.

CALIJURI, M.L. & ROHM, S.A. **Sistema de informações geográficas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa – Imprensa Universitária, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A - **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A – **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 236p., 1999.

DE MELLO, N. A - Subprograma de políticas dos recursos naturais. In: **Livro das Secretarias Técnicas,** PPG7, MMA, SCA, Brasília, 165p.

LIBAULT, A. **Geocartografia.** São Paulo, Edusp, 1975.

NOAL, R. E. **A Cartografia ambiental da bacia da lagoa Mirim (RS): uma reflexão metodológica acerca do emprego dos sistemas de informações geográficas**. Tese de Doutoramento, FFLCH-USP, 2001.

PALMIERE, F. & LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA & CUNHA (orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 59-122.

PASQUIS, R. - O geógrafo, a gestão ambiental e a interpretação geográfica. **Espaço e Geografia***,* ano 2, nº 1, Brasília: UnB, 1998, p. 7-20.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA & CUNHA (orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 291-336.,